



Analysis of the distribution of force pressure on the feet and some kinematic variables for the approach phase of the last three steps before the two phases (planting the stick and rising) and their relationship to the completion of the pole vault event.

Asst. Prof. Dr. Sabah Mahdi Saleh * 

Faculty of Physical Education and Sports Science / Al-Qadisiyah University, Iraq.

*Corresponding author: sabah.salih@qu.edu.iq

Received: 12-05-2024

Publication: 28-08-2024

Abstract

Our study aimed to focus on analyzing the most important mechanical indicators for the distribution of force pressure in the feet (kinetics) and analyzing some kinematic variables for the approach run phase for the last three steps before the stage of planting the stick and rising. In light of this, the biomechanical indicators affecting them and the percentage of their contribution to achieving the effectiveness of the pole vault are determined through the use of Dynafit3 system and video recording with a camera using motion analysis programs as a means to solve the problem. The objectives of the research are to identify the relationship between the distribution of force pressure in the feet and the kinematic variables in achieving the approach stage for the last three steps before the stages of planting the pole and rising in the effectiveness of the pole vault, and to identify the percentage of contribution of the distribution of force pressure to the feet and the kinematic variables in achieving the approach stage of the last three steps before the stages of planting the pole and rising. In the pole vault event.

Keywords

Distribution Analysis, Planting The Stick and Rising, Pole Vaulting.



تحليل توزيع ضغط القوى للقدمين وبعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث
الاخيرة قبل مرحلتي (غرس العصا والارتقاء) وعلاقتها بإنجاز فعالية القفز بالزانة

أ.م.د. صباح مهدي صالح

العراق. جامعة القادسية. كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

sabah.salih@qu.edu.iq

تاريخ استلام البحث ٢٠٢٤/٥/١٢ تاريخ نشر البحث ٢٠٢٤/٨/٢٨

الملخص

من المعروف أن أهم عوامل الوصول الى المستوى العالي في هذه المسابقة هو تطبيق العملية التدريبية بجوانبها المختلفة البدنية والمهاريه التي تؤثر بشكل مباشرة على المستوى الرقمي للاعبين كما تساعده في تحقيق أعلى ارتفاع ممكن اثناء المنافسة، حيث تتميز فعالية القفز بالزانة بقدرات بدنية عالية كالسرعة والقوة والمرونة والرشاقة، وكذلك تتطلب اداء عالي من القافز للجوانب الفنية (التكنيكية) التي تتطلبها خلال أداء مرحلة الاقتراب والمراحل الاخرى، ومن خلال ملاحظة الباحث عند أداء اللاعب على المستوى المحلي وجد هناك ضعف في تطبيق المراحل الفنية وخاصة مرحلة ركضة الاقتراب وبالخصوص الخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء من قبل اللاعبين مما يؤدي إلى فقدان السيطرة على عصا الزانة و بالتالي عدم اجتياز العارضة، وكذلك هناك أسباب منها الضعف لدى اللاعبين وهو قلة وجود وحدات تدريبية تعتمد على التحليل للقوى المؤثرة للقدمين (الديناميكية) والاسس الميكانيكية لهذه المرحلة، بالإضافة إلى قلة استعمال الوسائل المساعدة من قبل المدربين لتدريب للاعبين لتصحيح الاخطاء التكنيكية بالاعتماد على برامج التحليل الحركي للنواحي الميكانيكية، ولهذا هدفت دراستنا التركيز على تحليل اهم المؤشرات الميكانيكية لتوزيع ضغط القوى للقدمين (الكينماتيكية) وتحليل بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة ركضة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلة غرس العصا والارتقاء، في ضوء ذلك يتم تحديد المؤشرات البايوميكانيكية المؤثرة فيها ونسبة مساهمتها في انجاز فعالية القفز بالزانة من خلال استعمال منظومة (Dynafoot3) والتصوير الفيديوي بواسطة الكامرة باستخدام برامج التحليل الحركي كوسيلة لحل المشكلة، اما هدفا البحث التعرف على العلاقة بين توزيع ضغط القوى للقدمين والمتغيرات الكينماتيكية بالإنجاز لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء في فعالية القفز بالزانة، التعرف على نسبة مساهمة توزيع ضغط القوى للقدمين والمتغيرات الكينماتيكية بالإنجاز لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء في فعالية القفز بالزانة.

الكلمات المفتاحية: تحليل توزيع، ضغط القوى للقدمين، غرس العصا والارتقاء، القفز بالزانة

١- المقدمة:

في ألعاب الساحة يعتبر تكنيك القفز بالزانة من الفعاليات الأكثر تعقيدا والميدان من الفعاليات الاخرى حيث يحتاج القافز إلى مراعاة كثيرة من الاسس الميكانيكية في تنفيذها لمحصل عمى درجة عالية من التوافق والتوقيت المنقن فالقافز الجيد يتطلب منو درجة توافق عالية بين سرعة حركة العصا وسرعة حركة الجسم أثناء القفز بالعصا وبتوقيت صحيح وبدرجة عالية من الاتقان كما ويحتاج إلى تعجيل عال من الركض لموصول إلى الانجاز الجيد.

وتعتبر مسابقة القفز بالزانة ضمن مسابقات ألعاب القوى وتمتاز عن الفعاليات الاخرى كونها تستخدم أداة العصا) لعبور العارضة على خلاف باقي فعاليات الوثب، كما أنها تحتاج إلى صفات بدنية عالية يجب توفرها عند القافزين مثل (السرعة، القوة، الرشاقة والمرونة) حيث ينحصر الهدف الأساسي للمتسابقين في تخطي أعلى ارتفاع ممكن من خلال الاستخدام الجيد للزانة، وإذا كان لكل مسابقة مراحلها الفنية الى تمكن اللاعب من تحقيق الهدف المطلوب فإن المراحل الفنية لتلك المسابقة تتمثل في (مسك وحمل الزانة - مرحلة الاقتراب - وضع الزانة في الصندوق والارتقاء - الطيران - تخطي العارضة - الهبوط)، ولكل مرحلة من هذه المراحل أهمية عظمى في تحقيق الناتج الحركي المطلوب، حيث تعتبر مرحلة الاقتراب ذات أهمية في نجاح الفعالية او فشلها.

وتكمن أهمية البحث التعرف على أهم المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي

(غرس العصا والارتقاء) وتحليل مؤشرات ضغط القوى للقدمين (الكينيتيكية) ومدى نسبة مساهمتها في الإنجاز الرقمي الذي تحقق، وذلك من خلال استخدام برامج التحليل الحركي من خلال تصوير الأداء الفني لاستخراج المتغيرات الكينماتيكية والتحليل الكينيتيكي من خلال استخدام منظومة (الداينموفوت) لحل الضعف في هذه المرحلة والتي تؤثر في المراحل التي تليها (وضع عصا الزانة في الصندوق والارتقاء - الطيران - تخطي العارضة-الهبوط) وبالتالي الوصول الى الإنجاز المثالي المطلوب.

وتعتبر مرحلة الاقتراب من المراحل المهمة في تحقيق الانجاز او الفشل في عبور عارضة الزانة، وتتوقف هذه المسافة في الاقتراب على امكانية اللاعب في اكتسابه السرعة المثالية الى لحظة وصوله لمنطقة الارتفاع مع وضع مقدمة الزانة في الصندوق، حيث تصل مسافة الاقتراب من ٢٠ إلى ٢٢ خطوة.

ومن المعروف أن أهم عوامل الوصول الى المستوى العالي في هذه المسابقة هو تطبيق العملية التدريبية بجوانبها المختلفة البدنية والمهارية التي تؤثر بشكل مباشرة على المستوى الرقمي للاعبين كما تساعده في تحقيق أعلى ارتفاع ممكن اثناء المنافسة، حيث تتميز فعالية القفز بالزانة بقدرات بدنية عالية كالسرعة والقوة والمرونة والرشاقة، وكذلك تتطلب اداء عالي من القافز للجوانب الفنية (التكنيكية) التي تتطلبها خلال أداء مرحلة الاقتراب والمراحل الاخرى، ومن خلال ملاحظة الباحث عند أداء

اللاعبين على المستوى المحلي وجد هناك ضعف في تطبيق المراحل الفنية وخاصة مرحلة ركضة الاقتراب وبالخصوص الخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء من قبل اللاعبين مما يؤدي إلى فقدان السيطرة على عصا الزانة و بالتالي عدم اجتياز العارضة، وكذلك هناك أسباب منها الضعف لدى اللاعبين وهو قلة وجود وحدات تدريبية تعتمد على التحليل للقوى المؤثرة للقدمين (الديناميكية) والاسس الميكانيكية لهذه المرحلة، بالإضافة إلى قلة استعمال الوسائل المساعدة من قبل المدربين لتدريب للاعبين لتصحيح الازخاء التكنيكية بالاعتماد على برامج التحليل الحركي للنواحي الميكانيكية، ولهذا هدفت دراستنا التركيز على تحليل اهم المؤشرات الميكانيكية لتوزيع ضغط القوى للقدمين (الكنيتيكية) وتحليل بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة ركضة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلة غرس العصا والارتقاء، في ضوء ذلك يتم تحديد المؤشرات البايوميكانيكية المؤثرة فيها ونسبة مساهمتها في انجاز فعالية القفز بالزانة من خلال استعمال منظومة (Dynafot3) والتصوير الفيديوي بواسطة الكامرة باستخدام برامج التحليل الحركي كوسيلة لحل المشكلة.

ويهدف البحث الى:

- ١- التعرف على بعض المتغيرات الكينماتيكية في مرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وعلاقتها بإنجاز فعالية القفز بالزانة.
- ٢- التعرف على الفروق بين المتغيرات الكينماتيكية والكنيتيكية في مرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وعلاقتها بإنجاز فعالية القفز بالزانة.
- ٣- التعرف على العلاقة بين بعض المتغيرات الكينماتيكية والانجاز في مرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء في فعالية القفز بالزانة.
- ٤- التعرف على العلاقة بين توزيع ضغط القوى للقدمين والانجاز لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء في فعالية القفز بالزانة.
- ٥- التعرف على نسبة مساهمة المتغيرات الكينماتيكية وتوزيع ضغط القوى للقدمين (الكنيتيكية) بالإنجاز في مرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء في فعالية القفز بالزانة.

٢- إجراءات البحث:

٢-١ منهج البحث: استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي واسلوب العلاقات الارتباطية لملائمته لطبيعة ومشكلة البحث.

٢-٢ مجتمع البحث وعينته:

حدد الباحث مجتمع بحثه وهم لاعبو منتخبات الاندية العراقية لفعالية القفز بالزانة المتقدمين والذين تم اختيارهم بالطريقة العمدية لملائمة مشكلة البحث، وتم اعطاء عدد من المحاولات لكل لاعب بقيمة (١٤) محاولة او مشاهدة لكل لاعب والبالغ عددهم (٤) لاعبين لفعالية القفز بالزانة ليتم تطبيقها وادائها في مرحلة الاقتراب اثناء حمل عصا الزانة بحيث يصبح عدد المحاولات بمجموعها (٥٦) محاولة في فعالية القفز بالزانة. تم إجراء التجانس لهم في متغيرات (الطول الكلي - الوزن - طول الجذع-طول الساق).

جدول (١) يبين قيم المواصفات الجسمية ووضعية القدمين (اليمين-اليسار) عند أداء مرحلة الاقتراب

معامل الالتواء	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	العينة				وحدة القياس	القياسات	
			4	3	2	1			
-1.443	-2.278	62.75	59	65	64	63	سم	طول الجذع	
0.753	-1.479	88.75	88	89	87	91	سم	طول الرجل	
1.129	-1.090	189.25	189	188	191	189	سم	الطول الكلي	
-0.482	-1.920	68.75	70	71	68	66	كغم	الكتلة	
-0.855	-0.415	4.625	5	4	4.5	5	سنة	العمر التدريبي	
-0.370	-1.299	24.75	26	24	23	26	سنة	العمر	
-	-	-	يمين	يسار	يمين	يسار	-	مرحلة الاقتراب	وصف القدم عند أداء الخطوة الأولى
-	-	-	يسار	يمين	يسار	يمين	-		وصف القدم عند أداء الخطوة الثانية
-	-	-	يمين	يسار	يمين	يسار	-		وصف القدم عند أداء الخطوة الثالثة الاخيرة
-2.211	-0.041	5.237	5.5	5.10	5.20	5.15	متر	انجاز فعالية القفز بعصا الزانة	

٢-٣ الوسائل والادوات والأجهزة المستخدمة في البحث:

- المصادر العربية والاجنبية.
- الملاحظة.
- استمارة تفريغ البيانات.
- حاسب محمول نوع (hp) حديث.
- كاميرا تصوير فيديو (SONY) يابانية الصنع، بتردد (٣٠٠ صورة/ثا) مع حامل ثلاثي.
- ساعة توقيت.
- مقياس الرسم.
- برنامج (Kenova) للتحليل الحركي اصدار (٢٠٢٣).
- منظومة (Dynafoot 3) فرنسية الصنع.
- جهاز القفز بالزانة الذي يتضمن الحاملين والعارضة مع الاسفنج وصندوق الغرس.
- عصا الزانة.

٢-٤ تحديد متغيرات خطوات إجراءات البحث:

٢-٤-١ تحديد وصف أهم المتغيرات الكينماتيكية:

- طول الخطوة الأولى: هي المسافة الأفقية المحصورة بين نقطة مقدمة قدم ارتكاز الخطوة الأولى قبل مرحلة الغرس والارتقاء وبين نقطة أول تماس للقدم الأخرى في ثاني خطوة للاقتراب (وتقاس بالمتري وأجزائه) .
- زمن الخطوة الأولى: وهي الفترة الزمنية للخطوة الأولى اثناء أداء اللاعب في مرحلة الاقتراب. ويتم حساب هذا المتغير من لحظة بداية مرور القدم بجانب القدم الأخرى الى نهاية الخطوة الأولى.
- سرعة الخطوة الأولى: يتم استخراج هذا المتغير من خلال قياس بداية مسافة الخطوة الأولى الى بداية وضع قدم الخطوة الثانية ما قبل الأخيرة من الاقتراب الى الزمن المستغرق فيها، قبل مرحلتي الغرس والارتقاء، ومن ثم تقسيم المسافة على الزمن (م/ثا) . والشكل رقم (١) يوضح ذلك:



شكل (1) يوضح طول وسرعة وزمن الخطوة الأولى

- طول الخطوة الثانية قبل الاخيرة: هي المسافة الافقية المحصورة بين نقطة مقدمة قدم ارتكاز الخطوة الثانية قبل مرحلة الغرس والارتقاء وبين نقطة أول تماس للقدم الاخرى في ثالث خطوة للاقتراب (وتقاس بالمتري وأجزائه) .

- زمن الخطوة الثانية قبل الاخيرة: وهي الفترة الزمنية للخطوة الثانية اثناء أداء اللاعب في مرحلة الاقتراب. ويتم حساب هذا المتغير من لحظة بداية مرور القدم بجانب القدم الأخرى الى نهاية الخطوة الثانية.

- سرعة الخطوة الثانية قبل الاخيرة: تم استخراج هذا المتغير من خلال قياس بداية الخطوة الثانية ما قبل الاخيرة من الاقتراب الى بداية وضع قدم الخطوة الثالثة الى الزمن المستغرق فيها، قبل مرحلتي الغرس والارتقاء ومن ثم تقسيم المسافة على الزمن (م/ثا) . الشكل (٢) يوضح ذلك:



شكل (2) يوضح طول وسرعة وزمن الخطوة الثانية

- طول الخطوة الثالثة الاخيرة: هي الخطوة الاخيرة من الركضة التقريبية، وهي المسافة المحصورة بين آخر تماس للقدم قبل الارتقاء مع أول تماس لرجل الارتقاء (وتقاس بالمتري وأجزائه) .

- زمن الخطوة الثالثة الاخيرة: وهي الفترة الزمنية للخطوة الثالثة اثناء أداء اللاعب في مرحلة الاقتراب. ويتم حساب هذا المتغير من لحظة بداية مرور القدم بجانب القدم الأخرى الى نهاية الخطوة الثالثة.

- سرعة الخطوة الثالثة الاخيرة: تم استخراج هذا المتغير من خلال قياس بداية الخطوة الثانية من الاقتراب الى نهاية وضع قدم الخطوة الأخيرة الى الزمن المستغرق فيها، قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء ومن ثم تقسيم المسافة على الزمن (م/ثا) . الشكل (3) يوضح ذلك:



شكل (3) يوضح طول وسرعة وزمن الخطوة الأخيرة

٢-٤-2 متغيرات اقصى قوة للقدمين (الكنيتيكية): يتم استخراجها باستخدام منظومة خاصة لهذا الغرض وهي (Dynafoot 3).

٢-٤-3 تحديد اختبار البحث:

- اختبار اداء مرحلة الاقتراب لفعالية القفز بالزانة:

- الهدف من الاختبار: استخراج متغيرات اقصى قوة ضغط للقدمين والمتغيرات الكينماتيكية.

- طريقة أداء الاختبار: يأخذ اللاعب وضع الوقوف مع حمل عصا الزانة ثم يبدا اللاعب بأداء مرحلة الاقتراب بخطوات سريعة وايقاعية الى نهاية مرحلة الاقتراب اي قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء حيث يتم خلال هذه المرحلة استخدام منظومة (Dynafoot3) وتصوير فيديوي بواسطة كامرة لمرحلة الاقتراب كاملة والوصول بسرعة وبأقل زمن ممكن.

- طريقة التسجيل: يطبق جميع العدائين الاختبار الواحد بعد الاخر من اللاعب الأول الى اللاعب الاخير وبعد انتهاء اللاعب الأخير من أداء الاختبار يبدأ اللاعبون بتكرار الاختبار مرة ثانية وهكذا بقية المحاولات وبالطريقة نفسها ويتم تسجيل البيانات التي من خلال استخدام منظومة (Dynafoot3) وكذلك التصوير بواسطة كامرة لكل لاعب والتي تم وضعها بجانب ميدان الفعالية بواسطة استمارة خاصة اعدت لهذا الغرض وتوضع البيانات أمام اسم كل لاعب وعدد المحاولات التي قام بها.

٢-٤-٤ استخراج المحددات الكينماتيكية:

بعد اختيار المتغيرات الكينماتيكية لفعالية القفز بالزانة وعلى وفق الاختبار تم أوضع كامرة واحدة على بعد (19) متر وبارتفاع (1.20م) بجانب ميدان الفعالية اي منتصف مسافة المرحلة التحضيرية(الاقتراب) والذي سيؤدي عليه اللاعبين الاختبار. حيث تم تثبيت الكاميرا على حامل بشكل مباشر مع منتصف المرحلة ليتسنى استخراج المتغيرات الكينماتيكية (طول الخطوة الأولى، زمن الخطوة الأولى، سرعة الخطوة الأولى، طول الخطوة الثانية قبل الأخيرة، زمن الخطوة الثانية قبل الأخيرة، سرعة الخطوة الثانية قبل الأخيرة. طول الخطوة الثالثة الأخيرة، زمن الخطوة الثالثة الأخيرة، سرعة الخطوة الثالثة الأخيرة).

٢-٤-٥ استخراج المحددات الكينماتيكية:

٢-٤-٥-1 منظومة الدينافوت (Dynafoot3):

إن هذه المنظومة من الأجهزة الحديثة والمتطورة إذ تعطينا مقدار التوازن للقدمين والفرق بينهما وكذلك بصمة القدمين والضغوط التي تسطها أجزاء القدمين سواء الكعب أو الامشاط أو الجانب الايمن أو الجانب الأيسر ان هذه المنظومة من الاجهزة الحديثة والمتطورة التي توضع تحت القدم اذا تعطينا مقدار التوزيع الميكانيكي للضغط والقوة بالإضافة الى معلومات كينماتيكية وكينيتيكية اخرى تتعلق بالتوازن للقدمين والفرق بينهما وكذلك بصمة القدمين والضغوط التي تسطها اجزاء القدمين سواء الكعب او الامشاط او الجانب الايمن او الايسر. وحسب حاجة الدراسة ومنظومة تحليل الحركات الرياضية (Dynafoot3) يعتمد على التردد اللاسلكي البلوتوث لتبادل المعلومات بين برنامج على الحاسبة والمتحسسات التي توضع تحت القدم، وتغطي المنظومة موقعا تقدر ب(20متر) في الهواء الطلق وتتضاعف في القاعات الرياضية المغلقة أي يمكن تغطية ملعب كرة السلة او اليد او الطائرة او التنس والريشة والمنضدة واغلب الفعاليات التي تقام في الصالات المغلقة ورفع الاثقال والملاكمة والمصارعة والجمناستك وغيرها.

يعد هذا الجهاز الاول في تكنولوجيا التقدم العلمي لتقييم البايوميكانيك، وتحتوي على نظام دمج السرعة ويسمح للكشف عن المتغيرات البايوميكانيكية لأجزاء الجسم، ويعرض ويحسب البيانات الكينيتيكية والديناميكية في زمنها الحقيقي مع حركة الجسم واعطاء نماذج تخطيطية مختارة.

بالإضافة الى ذلك فان منظومة(Dynafoot3) تتم من خلال دبان يوضع داخل الحذاء ويمكن ربطة بالبلوتوث مباشرة او عن طريق تخزين البيانات بالقطعة الالكترونية المرتبطة به، وهو متخصص لمعرفة موازنة القدم عبد الرياضيين او الاشخاص الاعتيادين.

وتتضمن هذه المنظومة شكل (١) ما يلي:

١-أربعة ازواج من الدبان بقياسات (٣٦- ٣٧)، (٣٨ - ٣٩)، (٤٠ - ٤١)، (٤٢ - ٤٣).

٢- وبأحجام تبدأ من (٢٨، ٢٩)، (٣٠ - ٣١)، (٣٢ - ٣٣)، (٣٤ - ٣٥)، (٤٤ - ٤٥)، الى (٤٦ - ٤٧).

٣- وحدات الاستحواذ والنقل Acquisition and transmission modules

٤- ملحقات أسلاك التوصيل Connection wires extensions

Acquisition and analysis

٥- اكتساب وتحليل دينامفوت © سد البرمجيات DYNAFOOT© software CD

Charger

٦- شاحن

٧- بلوتوث Bluetooth Dongle 2.4GHz

٨- حقيبة حمل Carrying case

٩- دليل المستخدم User guide

مواصفات المنظومة:

تقنية المتحسسات:

متحسساتها مقاومة للضغط، ذات درجة وضوح عالية كمية المتحسسات ٥٨ متحسس لكل نعل من

حجوم

(٣٦ إلى ٤٧)، ٢٨ متحسس (٢٨ إلى ٣٥).

- حجم المتحسسات ٩ مليمتر

- تظهر على السطح ٠,٨١ cm²

- قياس المدى ٢٠٠٠ g لكل متحسس

- درجة الحرارة المسموح بها (C°٠ إلى C°٦٠+)

- قياس المدى ٦-/+ g

نقل البيانات: يوجد نمطين او طريقتين لنقل البيانات:

١- النمط الفوري: عن طريق البلوتوث لمسافة (٢٠) م.

٢- النمط المُسجّل المسافة غير محدودة، بواسطة ذاكرة تسجيل (رام) سعة 240 ثانية من التسجيل.

عمر البطارية/٣,٥ ساعة من العملية المستمرة.

وقت الشحن/ساعتان على تيار الكهرباء (٢٢٠ فولت).

ويمكن من خلالها هذه المنظومة ايضا معرفة:

- زمن الخطوات وزمن ارتكاز القدم على الارض بالنسبة للجانب الايمن أو الايسر.

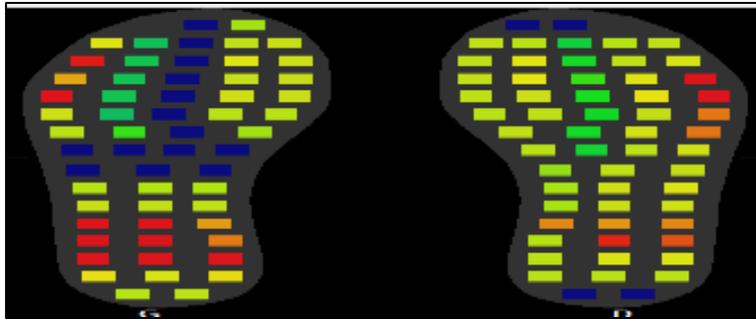
- تحليل السير للقدمين والاختلاف بينهما.

الاستفادة منها في الاصابات الرياضية ومعرفة المتسابق المصاب ومدى شفاء القدم المصابة بالمقارنة مع القدم السليمة.

الاستفادة منها في جانب الاختبارات لقياس تسطح القدم ومعرفة مستوى الضغط على القدمين. الـ Dynafoot عبارة عن دبان يوضع داخل الحذاء ويمكن ربطه بالبلوتوث مباشرة أو عن طريق تخزين البيانات بالقطعة الالكترونية المرتبطة به. وهو متخصص للحالة ما بعد الإصابة أو بعد التداخل الجراحي لمعرفة موازنة القدم عند الرياضيين أو الاشخاص الاعتياديين. ولهذه المنظومة أهمية في قياس ضغط الدم وتحديد نقاط الحمل ووزن كل طور في أثناء المشي فضلاً عن قياس طول الخطوة وتستخدم في وحدات العلاج الطبيعي وتعمل بإشارة البلوتوث لمسافة (٢٠) متر.

لاستخراج المحددات الكينيتيكية للبحث تم استخدام منظومة قياس القوة المسلطة على الأرض (Dynafoot3) وتتكون هذه المنظومة من أربعة أجزاء:

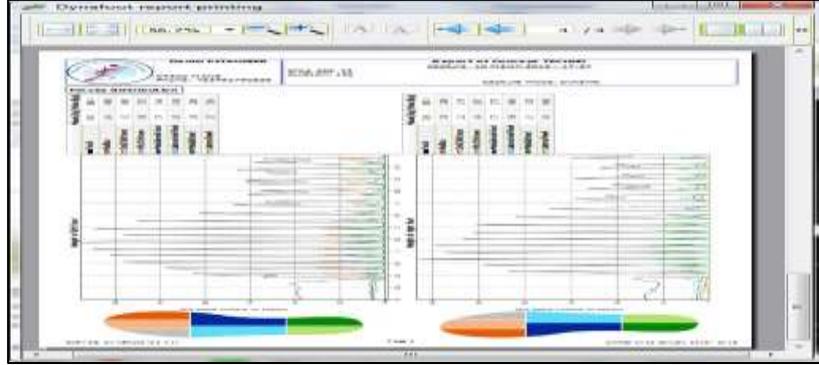
- ١- دواسة القدم والتي توضع داخل الحذاء على شكل دبان يحتوي على متحسسات إلكترونية بمواصفات عالية الدقة موزعة على مساحته.
- ٢- حاسب القوة والذي يقوم بحساب مقدار القوة المسلطة على الأرض.
- ٣- سلك يربط بساق المختبر والذي يوصل بين الدبان وحاسب القوة.
- ٤- جهاز مستقبل الإشارة يربط مع الحاسوب المحمول، يستقبل الإشارة عن بعد (٢٠) متر. ولتأمين مسافة البث تم وضع المنظومة في منتصف مرحلة الاقتراب اثناء تطبيق الاختبار بحيث تغطي إشارة المنظومة. كما ويجب إدخال البيانات الخاصة بكل لاعب للمنظومة قبل العمل بها وتشمل هذه البيانات عمر اللاعب، ووزنه، وطوله، وجنسه.



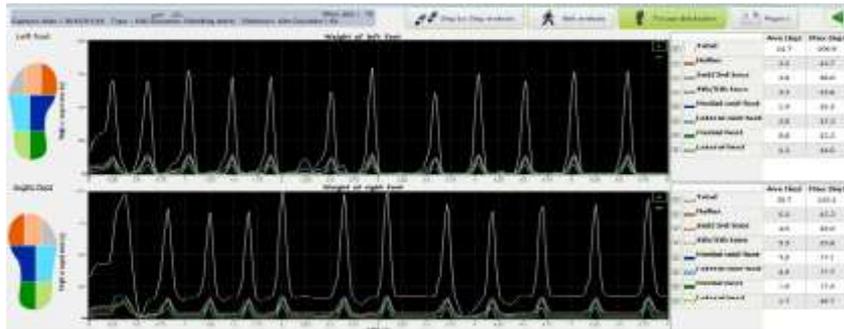
شكل (٤) توضح دباننا القدمين وتوزيع المتحسسات عليهما

وتعطي هذه المنظومة النتائج على شكل تقرير مكون من صور لكل عداء:

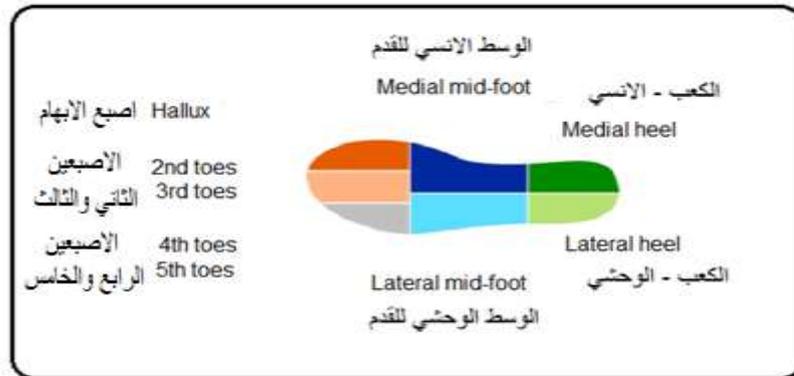
توزيع القوى (Forces distribution) تبين توزيع القوة على كل إصبع من أصابع القدم (يمين، يسار) وكذلك توزيع القوة على الكعب من الجانبين الانسي والوحشي وتوزيع القوى على منتصف القدم من الجانبين الانسي والوحشي، كما موضح في الشكل (٥) ادناه:



صورة (٥) توضح توزيع القوى (Forces distribution)



شكل (٦) يوضح المتغيرات الكينيتيكية المستخرجة من المنظومة لقدم اليمين واليسار



شكل (٧) يوضح المناطق السبعة للقدم



شكل (٨) يوضح اجزاء منظومة الدينافوت (Dynafoot3)

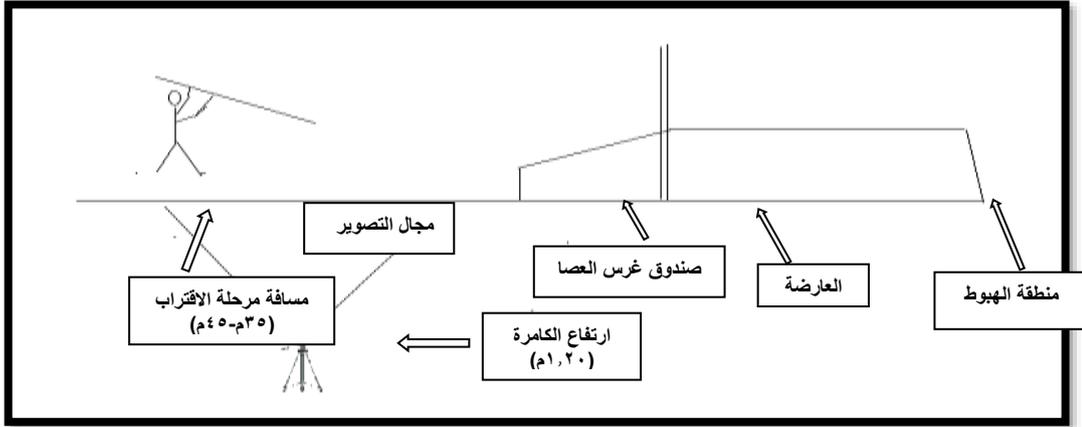
٥-٢ التجربة الاستطلاعية:

لوقوف على تطبيق العمل والادوات المستعملة وتجربتها والتعرف على الجوانب السلبية والايجابية للبحث التي ستواجه العمل أجرى الباحث تجربة استطلاعية في يوم الاثنين المصادف (٢٠٢١/١/١٨) في الساعة التاسعة صباحا على عدد من اللاعبين والبالغ عددهم (٢) وذلك على ملعب الساحة والميدان لكلية التربية البدنية وعلوم الرياضة في جامعة القادسية من خلال تطبيق اداء فعالية القفز بالزانة وتحديد اناسب مسافة لتصوير للمتغيرات الكينماتيكية وقد تم تثبيت الكاميرا بالمكان المناسب وكذلك كيفية استخدام منظومة ((Dynafoot)) والوقوف على معوقات العمل وذلك لمعالجتها عند اجراء التجربة الرئيسية وتحديد اماكن الكاميرة وافراد العمل وتأهيل كافة المستلزمات الضرورية من اجل اجراء التجربة الرئيسية بدون عراقيل واطفاء . وبعد الاطلاع على نتائج هذه التجربة بالاستعانة ببرنامج التحليل الحركي (Kenova) ومنظومة ((Dynafoot)) حيث تمكن الباحث من إمكانية استخراج جميع المتغيرات الكينماتيكية ومتغيرات اقصى قوة ضغط للقدمين التي تم دراستها، وكذلك تحديد مرحلة الاقتراب للفعالية.

٦-٢ التجربة الرئيسية:

أجرى الباحث التجربة الرئيسية على ميدان فعالية القفز بالزانة في كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة - جامعة القادسية يوم الثلاثاء المصادف ٢٠٢١/١/٢٦ وذلك للتعرف على متغيرات اقصى ضغط قوى للقدمين (الكينيتيكية) بواسطة منظومة ((Dynafoot)) وكذلك استخراج المتغيرات

الكينماتيكية المؤثرة في الانجاز لعينة البحث باستخدام برنامج التحليل الحركي (Kenova) بعد أن تم تصوير العينة الخاصة بالبحث بكامرة فيديو نوع (SONY) ذات سرعة تردد (٣٠٠ صورة/ثا) والتي وضعت بجانب الميدان الخاص بفعالية القفز بالزانة على بعد (١٩) متر عن مجال مرحلة ركضة الاقتراب في حين كان ارتفاع بؤرة عدسة الكاميرا عن الارض (١,٢٠م) وهذا الارتفاع مناسب لمتوسط ارتفاع مركز ثقل الوائين والذي تم حسابة من الثبات وهذا يسمح برؤية واضحة من اجل استخراج المتغيرات المتعلقة بالدراسة. حيث تم اعطاء (١٤) محاولة لكل لاعب من عينة البحث البالغ عددهم (٤) لاعبين بحيث يصبح عدد المحاولات بمجموعها (٥٦) محاولة او مشاهدة. والشكل أدناه يبين ميدان الفعالية ومرحلة الاقتراب:



شكل (9) يوضح مكان الكامرة والقياسات لملاعب فعالية القفز بالزانة

٢-٧ إجراءات ما بعد التجربة الرئيسية:

٢-٧-١ إجراءات استخراج المحددات الكينماتيكية:

قام الباحث بنقل مقاطع الفيديو التي تم تصويرها باستخدام الكاميرا اليدوية الى جهاز الحاسوب نوع (HP) حيث تم ترتيبها بالتسلسل، بحيث يكون لكل لاعب مقطع فيديو خاص بالمحاولات او المشاهدات التي تم تطبيقها.

٢-٧-٢ إجراءات استخراج المحددات الكينماتيكية:

ولاستخراج المحددات الكينماتيكية موضوعة البحث قام الباحث باستخدام منظومة ((Dynafoot)) وتحويل مقادير القوى بالنيوتن مع إمكانية استخراجها في مرحلة الاقتراب.

٢-٨ الوسائل الإحصائية: استخدم الباحث الحقيبة الإحصائية (SPSS)

- الوسط الحسابي.
- الانحراف المعياري.
- اعلى قيمة واقل قيمة.
- معامل الالتواء.
- اختبار (T) لعينة واحدة.

٣- عرض نتائج متغيرات اقصى قوة ضغط لمناطق اجزاء القدمين وبعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي (غرس العصا والارتقاء) وعلاقتها بإنجاز فعالية القفز بالزانة وتحليلها ومناقشتها:

٣-١ عرض نتائج متغيرات اقصى قوة ضغط لمناطق اجزاء القدم اليسار لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي (غرس العصا والارتقاء) وعلاقتها بإنجاز فعالية القفز بالزانة

جدول (2) يبين الوسط الحسابي والانحراف المعياري واقل واغلى قيمة ومعامل الالتواء لمتغيرات اقصى قوة ضغط لمناطق اجزاء القدم اليسار

معامل الالتواء	القدم اليسار				مناطق القدم	
	اغلى قيمة	اقل قيمة	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الاجزاء للقدم	تسمية اجنبية
-1.011	14.054	8.679	1.051	12.132	إصبع الابهام	Hallux
-1.912	14.252	8.679	0.934	12.209	اصابع الرجل الثاني والثالث	2nd/3rd toes
-0.152	15.908	9.499	1.097	12.680	اصابع الرجل الرابع والخامس	4th/5th toes
-1.236	21.592	10.327	2.416	17.156	وسط القدم الانسي	Medial mid-foot
-1.131	20.110	11.618	2.047	17.298	وسط القدم الوحشي	Lateral mid-foot
-1.157	17.421	6.415	2.383	12.665	الكعب الانسي	Medial heel
-1.371	15.488	5.950	2.073	11.691	الكعب الوحشي	Lateral heel
-1.370	113.05	63.952	10.324	95.831	المجموع	Total

إن أهم ما تتميز هذا البحث هو توفير سبعة (7) مناطق لقياس القوة للقدم اليسار فقط، ونفس العدد للقدم اليمنى وبهذا يتوفر لدينا (14) قيمة رقمية للقوى تخص مناطق اجزاء القدمين، من خلال البيانات المستخرجة لأفراد عينة البحث يبين الجدول أعلاه قيم مواصفات العينة لمتغيرات أقصى قوة ضغط لمناطق اجزاء القدم اليسار لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة ومن خلال الحصول على نتائج (الايوساط الحسابية، الانحرافات المعيارية، اعلى قيمة واقل قيمة، معامل الالتواء) والتي تمثل طبيعة افراد العينة للاعبين المتقدمين لفعالية القفز بعصا الزانة إن ما تم الحصول عليه من قبل الباحث من نتائج والتي تهدف إلى دراسة الفعالية من خلال استخدام جهاز منظومة (Dynafot3)، ومن خلال الملاحظة لقيم (للأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية والالتواء وأعلى قيمة وأقل قيمة) للمتغيرات الكينيتيكية التي تحققت من خلال الهدف الرئيسي في مرحلة الاقتراب وهو (تحقيق سرعة كبيرة في الاقتراب حتى يستطيع الاستخدام الافضل لقوة الدفع الامامية اثناء مرحلة النهوض)

يبين من الجدول أعلاه ان أقصى ضغط لأجزاء القدم اليسار ظهر في منطقة وسط القدم والذي يشتمل على جزئيين (الانسي والوحشي) بوسط حسابي (17.156) وبانحراف معياري (2.416) لجزء القدم الانسي، وكذلك الوسط الحسابي (17.298) بانحراف معياري (2.047)، مما يعني محاولة بناء الزخم الحركي والسرعة الأفقية والضغط على القدم والتي تتحول إلى زخم وقدرة إلى الامام مما يسمح ويساعد على أداء الخطوات بشكل يتناسب مع هذه المرحلة، حيث تم تحديد القيم للمتغيرات الكينيتيكية المؤثرة في الحركة تحديداً كميّاً، ويمكن تحديد قيم المتغيرات التي تم دراستها لمرحلة الاقتراب تحديداً كميّاً يعد الاسلوب الافضل ليتم معالجة المتغيرات والتي يمكن للمدرب أو اللاعب تطبيقها اثناء أداء الخطوات الثلاث الأخيرة.

ويرى الباحث من خلال بيانات المعلمات الاحصائية المستخرجة لحالات الحركة والتي تحدث عند أداء الخطوات في مرحلة الاقتراب وحسب ما تم تفسيره من خلال استخدام جهاز Dynafot3 ان باقي اجزاء القدم كانت ضغوطها متوسطة وحسب ترتيب الأوساط الحسابية لها وبالتسلسل لها وهي من الحالات التي يستمر الجسم في وضع الحركة اثناء الأداء وحسب القانون القصور الذاتي والذي يؤكد الاستمرارية على حركة خطوات القدم اليسار في كل خطوة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء أغلب القيم وخاصة في متغيري معدل الضغوط وأقصى الضغوط لأجزاء القدم كانت ويعتقد الباحث انه بسبب طبيعة الخصائص البايوميكانيكية لجسم اللاعب.

٢-٣ عرض نتائج متغيرات اقصى قوة ضغط لمناطق اجزاء القدم اليمين لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي (غرس العصا والارتقاء) وعلاقتها بإنجاز فعالية القفز بالزانة جدول (3) يبين الوسط الحسابي والانحراف المعياري واقل واعلى قيمة ومعامل الالتواء لمتغيرات اقصى قوة ضغط لمناطق اجزاء القدم اليمين

معامل الالتواء	القدم اليمين				مناطق القدم	
	اعلى قيمة	اقل قيمة	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الاجزاء للقدم	تسمية اجنبية
-1.131	14.758	10.003	1.339	13.205	إصبع الابهام	Hallux
-0.757	19.423	12.316	1.620	16.806	اصابع الرجل الثاني والثالث	2nd/ 3rd toes
-0.955	15.721	10.366	1.372	13.971	اصابع الرجل الرابع والخامس	4th/ 5th toes
-0.999	22.199	10.337	2.969	17.998	وسط القدم الانسي	Medial mid-foot
-1.617	20.314	8.909	3.034	17.695	وسط القدم الوحشي	Lateral mid-foot
-0.639	16.066	8.191	2.048	13.270	الكعب الانسي	Medial heel
-0.016	14.368	7.803	1.181	10.758	الكعب الوحشي	Lateral heel
-0.483	115.889	83.867	8.763	103.703	المجموع	Total

يتبين من خلال الجدول (3) هو توزيع ضغط القوى لمناطق القدم اليمين وحسب الترتيب التالي (ابهام القدم ، الاصبعين الثاني والثالث ، الاصبعين الرابع والخامس ، وسط القدم ، جانبي منتصف القدم ، الكعب الانسي ، الكعب الوحشي ، المجموع)، في مرحلة الاقتراب عند أداء الخطوات الثلاث الأخيرة قبل مرحلة غرس عصا الزانة والارتقاء، في ما يتعلق بتوزيع ضغط القوى للمناطق السبعة للقدم اليمين فقط حيث يتبين من خلال الجدول ان أقصى قيمة ضغط لمناطة أجزاء القدم من خلال الوسط الحسابي الاكبر ذهب لمنطقتي اصابع الرجل الثاني والثالث بوسط حسابي (16.806) وانحراف معياري (1.620)، ووسط القدم (الانسي ، الوحشي) بوسط حسابي (17.998) للجزء الانسي والوسط الحسابي (17.695) للجزء الوحشي من القدم اليسار، ومن ثم تأتي تباعا باقي أجزاء القدم حسب الوسط الحسابي الأكبر، أغلب ، ويرى الباحث ان طبيعة القوى تكون مفيدة عند أداء الخطوات والسبب في ذلك هو تحويل ما تم اكتسابه من قبل الجسم اثناء الركض على القدم من قوى من شكلها الافقي الى عمودي او شبه عمودي وهذا يتطلب الدقة في كيفية تحويل ضغوط القوى، ويلاحظ ايضا من هذه النتائج ان قيم وسط القدم اصابع الرجل الثاني والثالث هي التي سجلت اقصى قيمة ضغوط، ومن ثم (اصبع الابهام، الكعب الانسي، اصابع الرجل الرابع والخامس، اصبع الابهام، الكعب الوحشي) وهذا يدل على انسيابية أداء القدم اليمين

في انتقال القوى من وسط القدم والاصبع الثاني والثالث إلى باقي أجزاء القدم والاصابع وهيه آخر مناطق تلامس القدم اليمنى مع الارض.

٣-٣ عرض نتائج قيم وصف بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث

الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وانجاز فعالية القفز بالزانة

جدول (4) يبين قيم الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ومعامل الالتواء ومعامل الاختلاف و اقل قيمة واعلى قيمة لبعض المتغيرات الكينماتيكية في لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة

الالتواء	التفرطح	معامل الاختلاف	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الوسط الحسابي	اعلى قيمة	اقل قيمة	المعالم الإحصائية	
								المتغيرات الكينماتيكية	
-0.333	0.365	5.12	0.071	5.116	1.376	1.51	1.22	طول الخطوة الأولى	مرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الأخيرة
								قدم يسار - قدم يمين	
0.036	-1.089	17.39	0.028	17.38	0.160	0.21	0.12	زمن الخطوة الأولى	
								قدم يسار - قدم يمين	
-0.556	-1.417	6.28	0.596	6.282	9.548	10.06	8.36	سرعة انطلاق الخطوة الأولى	
								قدم يسار - قدم يمين	
-0.231	-1.288	2.35	0.033	2.348	1.416	1.46	1.35	طول الخطوة الثانية	
								قدم يمين - قدم يسار	
-0.431	-1.164	15.69	0.027	15.69	0.172	0.21	0.12	زمن الخطوة الثانية	
								قدم يمين - قدم يسار	
-0.338	-1.185	12.04	0.777	12.03	6.468	7.59	5.11	سرعة انطلاق الخطوة الثانية	
								قدم يمين - قدم يسار	
-0.227	-1.186	1.74	0.024	1.745	1.349	1.38	1.31	طول الخطوة الأخيرة	
								قدم يسار - قدم يمين	
-0.134	-1.132	4.96	0.117	4.960	0.381	0.41	0.35	زمن الخطوة الثالثة	
								قدم يسار - قدم يمين	
2.330	3.881	10.17	0.359	10.17	3.477	4.54	3.35	سرعة انطلاق الخطوة الأخيرة	
								قدم يسار - قدم يمين	
-0.072	-1.330	1.06	0.054	1.057	5.186	5.25	5.10	الإنجاز	

في ضوء البيانات المستخرجة لمحاولات اللاعبين حيث يبين الجدول (4) لقيم مواصفاته في المتغيرات الكينماتيكية واداء اختبار مرحلة الاقتراب في فعالية القفز بالزانة من خلال الحصول على النتائج (الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية والالتواء والخطأ المعياري ومعامل الاختلاف وأعلى قيمة وأقل قيمة، والنقترح) والتي تمثل طبيعة المشاهدات اللاعبين المختبرين والتي يمكن من خلالها والوصف لتوزيعات المتغيرات الكينماتيكية التي تم دراستها لمتغيرات مرحلة الركضة التقريبية لفعالية القفز بالزانة، حيث لجأ الباحث في استخدام أحد مقاييس النزعة المركزية والذي هو الوسط الحسابي حيث يتم من خلاله الوصف لقيم المتغيرات والتعبير عن قيمها بقيمة واحدة، وكذلك للتعرف على المدى في دقة الوسط الحسابي في التعبير عن قيم المتغيرات وتم اللجوء إلى أحد مقاييس التشتت (الانحراف المعياري) والغرض منه في تحسس انتشار القيم حول الوسط الحسابي من خلال المقارنة لقيمة الانحراف بالوسط.

٣-٤ عرض نتائج فروق قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وانجاز فعالية القفز بالزانة وتحليلها ومناقشتها: جدول (5) يبين عرض نتائج فروق قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية (طول الخطوة - زمن الخطوة - سرعة الخطوة) لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وانجاز فعالية القفز بالزانة

المتغيرات	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	F المحسبة	الدلالة
طول الخطوة	بين الخطوات	0.421	2	0.211	86.746	0.000
	داخل الخطوات	0.401	165	0.002		
	المجموع	0.822	167			
زمن الخطوة	بين الخطوات	0.213	2	0.106	51.520	0.000
	داخل الخطوات	0.341	165	0.002		
	المجموع	0.554	167			
سرعة الخطوة	بين الخطوات	822.061	2	411.030	724.372	0.000
	داخل الخطوات	93.626	165	0.567		
	المجموع	915.687	167			

يلاحظ من الجدول أعلاه الذي يبين نتائج مجموعات البحث للمتغيرات الثلاث في اختبارات طول الخطوة وزمن الخطوة وسرعة الخطوة في مرحلة الاقتراب لفعالية القفز بالزانة ظهرت قيمتها معنوية، حيث يلاحظ ان قيمة (F) المحسوبة لطول الخطوة بلغت قيمتها (86.746) ومستوى دلالة (0.000)، في حين بلغت قيمة (F) المحسوبة لمتغير سرعة الخطوة (724.372) عند مستوى دلالة (0.000)، فيعزو الباحث ذلك ان تكتيك أداء اللاعب في مرحلة الاقتراب قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء ذ يرتبط الارتقاء في هذه المراحل بزوايا الاقتراب والدفع التي يرتبط تطورها بتطور العمل العضلي الذي تحسن من خلال إضافة الأوزان الى الرجلين بالأسلوب العلمي المقنن ووفقا للأداء المهارى دون التأثير في سرعة الارتقاء أو الابتعاد عن الجانب الفني، وتظهر نتائج هذا الاختبار الذي اجري في التجربة الرئيسية تقدماً واضحاً في كل من طول وزمن وسرعة الخطوة في مرحلة الاقتراب واللتان تمثلان الوضع الصحيح الذي يفترض ان يأخذه قافز الزانة عند غرس العصا والارتقاء لكل مرحلة من مراحل القفز بالزانة، إذ أكد الباحث أهمية اتخاذ الأوضاع الصحيحة لمفاصل الرجلين في أثناء أداء مرحلة الاقتراب (لتقليل عزم قصور الرجلين) من جهة، ومن جهة أخرى زيادة المد في هذه المفاصل في أثناء القفز التي تعني زيادة المقاومة (زيادة القصور الذاتي) للرجلين من خلال زيادة أنصاف أقطارها (امتدادها)، ان اتخاذ زوايا الذراعين والرجلين في مرحلة الاقتراب بصورة صحيحة ترتبط بعزوم الجاذبية الذي يجب تقليله خلال الاستناد على عصا الزانة من خلال تقليل زاوية الرجل القائدة لأنه يعيق سرعة القافز، حيث يعتبر التحول من مرحلة الاقتراب إلى مرحلة الارتقاء واحد من أهم أجزاء الاداء في القفز بالزانة ، اذا يأخذ القافز في الخطوتين الاخيرتين سلسلة من التعديلات في وضعية الجسم استعداد لارتقاء اللاعب، و كلما كانت السرعة كبيرة كان الزخم الخطي كبيراً وبالتالي الطاقة الحركية الكبيرة التي يكتسبها و يحولها إلى طاقة كامنة مما يساعد القافز في الحصول على رد فعل كبير نتيجة طوي العمود و رفع القافز إلى أعلى نقطة.

إن الخاصية التي تمتلكها العصا الزجاجية للزانة كونها ذات طبيعة مرنة يمكن أن تخدم القافز بشكل كبير إذا ما استغلت لغرض الاستفادة من الطاقة الحركية التي تعطيها عند تقوسها لامتناس زخم الرياضي أثناء النهوض. كما يؤثر على مرجحة الذراعين ومنع تدوير الورك خلال الركض، وكلما ارتفعت العارضة لأعلى كلما زادت أهمية سرعة الاقتراب، ولغرض التعرف إلى من يكمن الفرق، لجأ الباحث إلى استعمال قانون أقل فرق معنوي (L.S.D).

٣-٥ الفروق المعنوية L.S.D في قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وانجاز فعالية القفز بالزانة وتحليلها ومناقشتها:

جدول (6) يبين الفروق المعنوية L.S.D نتائج اختبار أقل فرق معنوي بين قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية (طول الخطوة - زمن الخطوة - سرعة الخطوة) لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وانجاز فعالية القفز بالزانة

المتغيرات الكينماتيكية	الاوساط الحسابية	فرق الاوساط	الخطأ المعياري	الدلالة
طول الخطوة	1.4227-1.3011	0.12161	0.00931	0.000
	1.3757-1.3011	0.07464	0.00931	0.000
	1.3757-1.4227	0.04696	0.00931	0.000
زمن الخطوة	0.2041-0.1959	0.00821	0.00859	0.340
	0.2752-0.1959	0.07929	0.00859	0.000
	0.2041-0.2752	0.07107	0.00859	0.000
سرعة الخطوة	6.5377-9.3029	2.76518	0.14236	0.000
	3.8848-9.3029	5.41804	0.14236	0.000
	3.8848 -6.5377	2.65286	0.14236	0.000

من الجدول أعلاه الذي يبين نتائج المتغيرات الكينماتيكية الثلاث (طول الخطوة، زمن الخطوة، سرعة الخطوة) في اختبار ركض مع حمل عصا الزانة في مرحلة الاقتراب قبل مرحلتي غرسا العصا والارتقاء في فعالية القفز بالزانة، يتضح أن قيمة فرق الأوساط الحسابية لمتغير طول الخطوة بين الخطوة الأولى والثانية بلغ (0.12161) وبين الخطوة الأولى والثالثة بلغ فرق الأوساط الحسابية (0.07464) وبين الخطوة الثانية والثالثة بلغ فرق الأوساط (0.04696)، وجميع اطوال الخطوات كانت ذات قيمة معنوية ومستوى دلالة (0.000) وخطا معياري (0.00931)، اما متغير زمن الخطوة يلاحظ ان فرق الأوساط بين زمن الخطوة الأولى والثانية بلغ (0.00821) ومستوى دلالة (0.340) وهي قيمة عشوائية، وفرق الأوساط بين الزمن الأول والثالث بلغ (0.07929) ومستوى دلالة (0.000)، في حين كان فرق الأوساط بين زمن الخطوة الثالثة والثانية (0.07107) وجميعها عند خطأ معياري (0.00859)، بالنسبة للمتغير الأخير سرعة الخطوة وجد ان فرق الأوساط بين سرعة الخطوة الأولى والثانية (2.76518)

ومستوى دلالة (0.000)، وبين سرعة الخطوة الأولى والثالثة (5.41804) ومستوى دلالة (0.000) وبين سرعة الخطوة الثانية والثالثة (2.65286) وجميعها عنده مستوى دلالة (0.000) وخطا معياري (0.14236)، وبذلك يكون الفرق معنوياً بين المتغيرات الثلاث، وان هذا الجدول اعلاه يبين ان معدلات طول الخطوات قد تغيرت من خطوة الى اخرى وجاءت اعلى قيمة معنوية بين الخطوة الأولى والثانية ومن ثم الأولى والثانية وأخيراً بين الخطوة الثانية والثالثة وهي اقل قيمة، ما متغير زمن الخطوة كانت اعلى قيمة بين زمن الخطوة الأولى والثانية ومن ثم الزمن الثالث والثاني وأخيراً بين الزمن الأول والثاني، بالنسبة لمتغير سرعة الخطوة ان على قيمة كانت بين سرعة الخطوة الأولى والثالثة ومن ثم الأولى والثانية وأخيراً بين الثانية والثالثة، يرى الباحث فكما كانت الفترة قليلة كانت هناك قوة دفع كبيرة حيث يلعب الزمن دورا كبيرا في عملية النهوض إلى الأعلى وذلك من خلال الحصول على قوة دفع كبيرة ويكون ذلك من خلال تأثير زمن الاستناد على الارض بكامل القدم، إن الخاصية التي تمتلكها العصا الزجاجية للزانة كونها ذات طبيعة مرنة يمكن أن تخدم القافز بشكل كبير إذا ما استغلت لغرض الاستفادة من الطاقة الحركية التي تعطيها عند تقوسها الامتصاص زخم الرياضي أثناء النهوض كما أن الحصول على قوة انفجارية كبيرة يتطلب بذل أقصى قوة في أقل زمن وهذا بحسب القانون التالي : دفع القوة = القوة X الزمن.

٣-٦ عرض نتائج الفروق بين متغيرات مناطق تحليل توزيع ضغط القوى للقدمين لمرحلة

الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة (اليسار - اليمين) قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وعلاقتها بإنجاز فعالية القفز بالزانة ومناقشتها:

٣-٦-١ عرض نتائج الفروق بين متغيرات مناطق تحليل توزيع ضغط القوى للقدمين (اليسار - اليمين) في مرحلة الاقتراب للخطوة الأولى

جدول (7) يبين الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) المحسوبة ومستوى الدلالة

للخطوة الأولى للقدمين (اليسار - اليمين)

الفروق	مستوى الدلالة	قيمة (t)	الخطوة الأولى (القدم اليمين)		الخطوة الأولى (القدم اليسار)		متغيرات اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين (اليسار - اليمين) في الخطوة الأولى	
			الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الاجزاء للقدم	تسمية اجنبية
معنوي	0.026	2.984	2.021	12.22	1.216	14.65	إصبع الابهام	Hallux
معنوي	0.001-	4.005	3.009	15.25	1.680	17.98	اصابع الرجل الثاني والثالث	2nd/ 3rd toes
معنوي	0.021-	2.892	2.195	11.32	1.089	13.68	اصابع الرجل الرابع والخامس	4th/ 5th toes
معنوي	0.000	6.991	3.056	15.23	1.947	17.06	وسط القدم الانسي	Medial mid-foot

معنوي	0.000	7.089	2.340	15.09	1.002	18.02	وسط القدم الوحشي	Lateral mid-foot
معنوي	0.010	5.211	3.807	9.960	3.006	13.78	الكعب الانسي	Medial heel
عشوائي	0.231	1.030	3.031	11.03	2.892	12.17	الكعب الوحشي	Lateral heel
معنوي	0.000	7.036	19.459	89.1	12.832	107.34	المجموع	Total

* القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (0.05) ودرجة حرية 54 تساوي (2.005)

الجدول اعلاه يبين ان قيم متغيرات اقصى قوة ضغط في مرحلة الركضة التقريبية للخطوة الاولى قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء للقدمين حيث كانت الاوساط الحسابية لمناطق القدمين مختلفة من حيث النتائج الظاهرة اعلاه حيث ان كل مناطق القدم كانت الفروق معنوية بينها ولكن بنسب متغيرة حيث ظهر اعلى وسط حسابي لمنطقة وسط القدم الوحشي بوسط حسابي (18.02) بانحراف معياري (1.002) بالنسبة للقدم اليسار ماعدا منطقة الكعب الوحشي كانت عشوائية وهذا بسبب طبيعة ركض اللاعب التي تناسبه، بينما نلاحظ ان اعلى وسط حسابي للقدم اليمين كان في منطقة وسط القدم الوحشي (15.09) وانحراف معياري (2.340) حيث ان القيم للأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة(ت) والفروق المعنوية للقدمين والتي تمثل طبيعة اللاعب اذا ما علمنا ان الهدف المطلوب في أداء مرحلة الركضة التقريبية للخطوات الثلاث الاخيرة للفعالية هو الوصول الى التكنيك المثالي لأداء الخطوة الاولى بحيث يعكس الاستغلال الامثل والجيد للمبادئ البايوميكانيكية، حيث ان المتغيرات البايوميكانيكية في هذه المرحلة تختلف عن بقية المراحل الاخرى باعتبار ان هذه المرحلة هو البداية للدخول في أهم مرحلة بالفعالية وهي مرحلتي غرس العصا والارتقاء من اجل تحقيق اعلى ارتفاع عمودي واجتياز العارضة ، من خلال الجدول يلاحظ ان مناطق الضغط على القدمين للفعالية كانت معنوية لجميع المناطق ولصالح المجموع (Total) وسط حسابي(103.34) وهوة الاكبر لمنطقة القدم اليسار والتفسير هو ان اللاعب في هذه بداية الخطوة الاولى وصل الى اقصى قوة ضغط للقدم اليسار من خلال استقامة الجسم اثناء حمل عصا الزانة في هذه المرحلة وهذا يؤدي الى ان تكون قيم اقصى ضغط للقدم معنوية للمناطق اعلاه اي ان اللاعب يكون مرتكزا على اغلب مناطق القدم بحيث يكون دفع الارض بقوة بواسطة القدم للحصول على ارتكاز جيد للجسم لتحقيق السرعة المطلوبة بزمن قصير جدا في هذه الخطوة في حين ان فعالية القفز بالزانة هي من الفعاليات التي تتميز بالقوة والتكنيك المثالي للخطوات في هذه المرحلة وان اداء الفعالية يعتمد بصورة اساسية على هذه المرحلة بالخصوص هذه الخطوة التي تكون بداية للخطوتين التاليتين اثناء حمل عصا الزانة بحث يكون الضغط مركز على القدمين بصورة كبيرة وهذا يتطلب من اللاعب مضاعفة الجهد لتحقيق الإنجاز الرقمي.

٢-٦-٣ عرض نتائج الفروق بين متغيرات مناطق تحليل توزيع ضغط القوى للقدمين لمرحلة الاقتراب للخطوة الثانية (اليمين - اليسار) قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وعلاقتها بإنجاز فعالية القفز بالزانة

جدول (8) يبين الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) المحسوبة ومستوى الدلالة للخطوة الثانية للقدمين (اليسار - اليمين)

الفروق	مستوى الدلالة	قيمة (t)	الخطوة الثانية (القدم اليسار)		الخطوة الثانية (القدم اليمين)		متغيرات اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين (اليسار - اليمين) في الخطوة الثانية	
			الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الاجزاء للقدم	التسمية الأجنبية
عشوائي	0.62	1.47	1.02	11.58	2.10	12.07	إصبع الابهام	Hallux
معنوي	0.01	3.04	2.94	12.42	0.87	15.02	اصابع الرجل الثاني والثالث	2nd/ 3rd toes
معنوي	0.03	2.891	3.78	10.04	2.58	13.52	اصابع الرجل الرابع والخامس	4th/ 5th toes
معنوي	0.04	3.37	3.73	14.32	1.33	17.11	وسط القدم الانسي	Medial mid-foot
معنوي	0.01	3.58	2.98	14.65	1.87	18.49	وسط القدم الوحشي	Lateral mid-foot
معنوي	0.03	3.60	3.62	10.83	2.02	15.64	الكعب الانسي	Medial heel
معنوي	0.05	4.03	2.89	10.91	1.95	11.07	الكعب الوحشي	Lateral heel
معنوي	0.01	4.12	18.77	85.75	13.72	100.92	المجموع	Total

* القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (0.05) ودرجة حرية 54 تساوي (2.005)

الجدول (3) اعلاه يبين الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) ومستوى الدلالة والفروق، يبين ان نتائج متغيرات الضغط لمناطق تأثير ضغط القوى للقدمين في الخطوة الثانية لمنطقة اصابع الرجل الثاني والثالث بوسط حسابي (15.02) وانحراف معياري (0.87) للقدم اليمين، في حين بلغ الوسط الحسابي للقدم اليسار (12.42) وانحراف معياري (2.94) لنفس المنطقة، ومنطقة اصابع الرجل الرابع والخامس (13.52) وانحراف معياري (2.58) للقدم اليمين، اما القدم اليسار لنفس المنطقة بلغ الوسط الحسابي (10.04) بانحراف معياري (3.78)، ومنطقة وسط القدم الانسي (17.11) بانحراف معياري (1.33) للقدم اليمين، والوسط الحسابي للقدم اليسار (14.32) وانحرافها المعياري (3.73)، اما اكبر قيمة للوسط الحسابي في منطقة وسط القدم الوحشي بلغ (18.49) وانحراف معياري (1.87) للقدم اليمين، والقدم اليسار كان وسطها)

14.65) وانحرافها (2.98) لنفس المنطقة، كل هذه المناطق كانت ذات قيمة معنوية الفروق بين القدمين وهذا يدل على ان اللاعب يضغط بمقدمة القدم وذلك لزيادة السرعة وتقليل زمن التماس بينة وبين الارض للحصول على قوة اكبر للوصول بتكنيك عالي الى مرحلة غرس العصا، حيث بالنسبة للدلالة المعنوية تبين ان المناطق هي (اصبع الابهام ، اصابع الرجل الثاني والثالث ، اصابع الرجل الرابع والخامس، وسط القدم الانسي، وسط القدم الوحشي) وكذلك قيمة (t) كانت بالاتجاه الايجابي ولصالح القدم اليسار بالرغم من ان مناطق القدمين كانت معنوية الفروق وهذا دلالة على ان هذه الخطوة مهمة جدا في هذه الخطوات الاخيرة والسبب الاخر ان الفروق معنوية للمناطق بحيث يكون ارتكاز اللاعب في مقدمة القدم بحيث عليها فيكون الضغط المسلط عليها كبيرا لكي يدفع اللاعب الارض بقوة وبأقصى سرعة ممكنة وباقل زمن وكذلك تبين ان القيم للمناطق في مناطق القدم اليسار هي اعلى من القيم للمناطق في مناطق القدم اليمين وذلك تبعا لتكنيك اللاعب اثناء اداء الخطوات التي يكون زمن الفعالية لا يتجاوز (1 دقيقة) من بداية اداء الفعالية الى منطقة الهبوط على البساط، بالإضافة الى ان اللاعب يتمتع بخصائص جسمية خاصة للفعالية ،ويشير (اكرم حسين جبر) (اثناء الخطوات الثلاثة الاخيرة من الاقتراب حيث يقوم القافز في الخطوة ما قبل الاخيرة الاولى وهي خطوة الجل الشمال بدفع عصا الزانة من جانب الجسم الايمن مع خفض مقدمتها الى الامام نحو الصدوق، ثم يقوم بالخطوة الثانية ما قبل الاخيرة وهي خطوة الرجل اليمنى والتي سوف تكون اطول قليلا من الخطوة التي قبلها والخطوة التي بعدها بحدود قدم تقريبا).

٣-٦-٣ عرض نتائج الفروق بين متغيرات مناطق تحليل توزيع ضغط القوى للقدمين لمرحلة الاقتراب للخطوة الثالثة الأخيرة (اليسار - اليمين) قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وعلاقتها بإنجاز فعالية القفز بالزانة

جدول (9) يبين الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) المحسوبة ومستوى الدلالة للخطوة الثالثة الأخيرة للقدمين (اليسار - اليمين)

الدالة	مستوى الدلالة	قيمة (t)	الخطوة الثالثة الاخيرة (القدم اليمين)		الخطوة الثالثة الاخيرة (القدم اليسار)		متغيرات اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين (اليسار، اليمين) في الخطوة الثالثة الأخيرة	
			الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسط الحسابي	الاجزاء للقدم	تسمية اجنبية
عشوائي	0.051	1.843	3.167	12.14	1.033	13.80	إصبع الابهام	Hallux
عشوائي	0.08	1.811	1.992	14.55	1.890	15.37	اصابع الرجل الثاني والثالث	2nd/ 3rd toes
معنوي	0.04	2.583	2.760	11.49	1.031	13.31	اصابع الرجل الرابع والخامس	4th/ 5th toes

معنوي	0.03	2.562	3.549	9.10	1.574	14.77	وسط القدم الانسي	Medial mid-foot
معنوي	0.01	3.538	3.451	11.61	2.129	15.18	وسط القدم الوحشي	Lateral mid-foot
معنوي	0.05	2.234	4.022	8.47	3.011	10.29	الكعب الانسي	Medial heel
عشوائي	0.341	1.031	4.637	9.63	3.749	10.15	الكعب الوحشي	Lateral heel
معنوي	0.000	5.981	23.578	76.56	14.417	92.87	المجموع	Total

* القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (0.05) ودرجة حرية 54 تساوي (2.005)

من خلال الجدول اعلاه (٤) ان بعض المتغيرات لمناطق الضغط للقدمين اليسار واليمين في هذه الخطوة كانت معنوية في اغلبها ومن خلال المجموع (Total) يمكن ملاحظة المعنوية من خلال الوسط الحسابي الاكبر ولصالح منطقة القدم اليسار وكذلك يلاحظ من خلال النتائج اعلاه ان مناطق الضغط لكلا القدمين في هذه الخطوة ان اللاعب تغير تكتيكية بصورة مغايرة عما كانت في الخطوتين السابقتين وهذا يدل على ان اللاعب يبذل اقصى قوة دفع في مناطق (اصابع الرجل الرابع والخامس، وسط القدم الانسي، وسط القدم الوحشي) اي في وسط وخلف وجوانب القدمين اليسار واليمين اي انه يتهيأ لمرحلة غرس العصا والارتقاء اي جعل الضغط على كامل القدم للأرض من اجل اداء تكتيك المراحل اللاحقة بصوره صحيحة ومثالية، كما يلاحظ ان بعض المتغيرات الضغط كانت غير معنوية عشوائية مما يعني ان هذه المتغيرات يمكن اعتبارها من المتغيرات التي لم يكن لها تأثير كبير في هذه المرحلة على عكس المر احل السابقة للخطوتين التي سبق ذكرهما، ويذكر (صريح عبد الكريم الفضلي، خولة ابراهيم المفرجي) (توضع العصا في الصندوق غالبا في اللحظة نفسها التي تهبط فيها قدم الارتقاء على الارض، وتبدأ حركة الذراعين بعلمها في اثناء الخطوتين الثانية والثالثة قبل الخطوة الاخيرة للارتقاء، وذلك بدفع العصا للأمام ولأعلى وتكون الذراعان مفردتان بالكامل عندما تهبط قدم الارتقاء على الارض).

٣-٧ عرض نتائج العلاقات الارتباطية للمصفوفة (قيم المحسوبة) بين متغيرات مناطق تحليل توزيع ضغط القوى
للقدمين لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وعلاقتها بإنجاز فعالية القفز
بالزناة ومناقشتها:

جدول (10) يبين مصفوفة الارتباطات لقيم متغيرات مناطق تحليل توزيع ضغط القوى للقدمين (اليسار - اليمين)

بينها وبين الانجاز

الانجاز	Total	Lateral heel	Medial heel	Lateral mid-foot	Medial mid-foot	4th/5th toes	2nd/3rd toes	Hallux	متغيرات أجزاء القدم	
	المجموع	الكعب الوحشي	الكعب الانسي	وسط القدم الوحشي	وسط القدم الانسي	اصابع الرجل الرابع والخامس	اصابع الرجل الثاني والثالث	إصبع الإبهام	إصبع الإبهام	Hallux
								1	إصبع الإبهام	Hallux
							1	0.228	اصابع الرجل الثاني والثالث	2nd/3rd toes
						1	0.274*	0.211	اصابع الرجل الرابع والخامس	4th/5th toes
					1	0.493**	0.142	-0.125	وسط القدم الانسي	Medial mid-foot
				1	0.945**	0.381**	0.078	-0.120	وسط القدم الوحشي	Lateral mid-foot
			1	0.468**	0.643**	0.265*	0.053	-0.211	الكعب الانسي	Medial heel
		1	0.614**	0.214	0.253	-0.056	-0.372- **	0.281- *	الكعب الوحشي	Lateral heel
	1	0.321*	0.722**	0.868**	0.943**	0.599**	0.303*	0.057	المجموع	Total
1	0.474- **	-0.012	0.290*	0.189	-0.370- **	0.219	0.279*	-0.266	-0.148	الإنجاز

* القيمة معنوية عند مستوى دلالة 0.05

القيمة معنوية عند مستوى دلالة 0.01 **

الجدول اعلاه، يظهر لنا إن معاملات الارتباط للمتغيرات اعلاه لأقصى قوة ضغط لمناطق القدمين لخطوات للاعبين والتي اظهرت لنا عمليات التحليل الإحصائي ان الفروق كانت جميعها معنوية مع الانجاز حيث يبين أول متغير المتمثل بأقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الاولى حيث كان قيمة معامل الارتباط (0.390) وهي قيمة معنوية عند مستوى دلالة (0.021)، كما كان معامل ارتباط اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الثانية حيث كانت قيمة الارتباط (0.486) عند مستوى دلالة (0.036) وهي قيمة معنوية، وكان معامل الارتباط (0.536) بين الانجاز اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الاخيرة معنوية عند مستوى دلالة (0.05)، ومما تقدم نستنتج الدلالة المعنوية للعلاقة ما بين الانجاز وفعالية القفز بالزانة الذي يخص المتغيرات اعلاه من نتائج التحليل الإحصائي والتي هي (اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الاولى، اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الثانية، اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الاخيرة) وهذا يدل على تأثير كل من هذه المتغيرات بالإنجاز ق هي (اصبع الابهام ، اصابع الرجل الثاني والثالث ، اصابع الرجل الرابع والخامس، وسط القدم الانسي، وسط القدم الوحشي) والسبب ان هذه الضغوط تكون في مقدمة القدم حيث يكون ارتكاز اللاعب عليها اثناء الضغط القدم على الارض في اداء الخطوات الثلاث الاخيرة لكلا القدمين فيكون الضغط المسلط عليها كبيرا لكي يدفع اللاعب بقوة للانطلاق بأقصى سرعة ممكنة وباقل زمن وان هذه المتغيرات اثرت بشكل متفاوت من حيث القيمة الرقمية والسبب في ذلك هو تأثيرها على تكنيك اللاعب اثناء الاداء وكذلك خصوصية الفعالية التي تتطلب تكنيك جيد بالإضافة الى سرعة مثالية ايقاعية لكي يتمكن اللاعب من تحقيق اعلى ارتفاع عمودي لاجتياز العرصة وتحقيق الانجاز الرياضي. هذا ما أكدته (خالد عبد الحميد، ٢٠٠٦) يجب على المتسابق أن يتخذ أفضل وضع للرجلين وللذراعين وكذلك أفضل وضع لميلان الجذع مما يعطي أفضل وضع لمركز ثقل الجسم أثناء الانطلاق لتسجيل أقل زمن ممكن في الاستجابة وكذلك أفضل زاوية للوصلات الخاصة به مما يعطي أفضل وضع لمركز ثقل الجسم أثناء الانطلاق.

٣-٨ عرض نتائج العلاقات الارتباطية للمصفوفة (قيم المحسوبة) لبعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وانجاز فعالية القفز بالزانة ومناقشتها:

جدول (11) يبين مصفوفة الارتباطات لقيم بعض المتغيرات الكينماتيكية للخطوات الثلاث الأخيرة بينها وبين الانجاز

الانجاز	سرعة الخطوة الأخيرة	زمن الخطوة الأخيرة	طول الخطوة الأخيرة	سرعة الخطوة الثانية	زمن الخطوة الثانية	طول الخطوة الثانية	سرعة الخطوة الأولى	زمن الخطوة الأولى	طول الخطوة الأولى	المتغيرات
									1	طول الخطوة الأولى
								1	-0.180	زمن الخطوة الأولى
							1	-0.078	-0.306*	سرعة الخطوة الأولى
						1	0.248	-0.425**	-0.505**	طول الخطوة الثانية
					1	0.195	0.065	-0.258	0.008	زمن الخطوة الثانية
				1	-0.263	-	-0.117	0.272*	-0.092	سرعة الخطوة الثانية
			1	0.364**	-0.103	0.053	0.239	-0.151	-0.070	طول الخطوة الأخيرة
		1	0.100	0.045	-0.009	-0.216	0.037	0.204	0.282*	زمن الخطوة الأخيرة
	1	0.111	-0.083	-0.200	0.113	-0.236	-0.121	0.305*	0.008	سرعة الخطوة الأخيرة
1	-0.474**	-	0.290*	0.189	-	0.219	0.279*	-0.266	-0.148	الإنجاز

* القيمة معنوية عند مستوى دلالة 0.05

** القيمة معنوية عند مستوى دلالة 0.01

من خلال النتائج أعلاه تبين لنا المصفوفة العلاقات الارتباطية البسيطة والتي تتباين فيها القيم الارتباطية المحسوبة بين الدلالة المعنوية و الدلالة الغير معنوية بالاتجاهين الايجابي والسلبي والتي تم الحصول عليها من إجراء عملية التحليل الحركي وجد أن هناك علاقة ارتباط بين طول الخطوة الأولى مع متغير سرعة الخطوة الأولى بمعامل ارتباط (-0.306^*) عند مستوى دلالة (0,05) والدلالة معنوية، في حين ان معامل الارتباط بين متغيري طول الخطوة الأولى و متغير طول الخطوة الثانية عالي بلغ (-0.505^{**}) عند مستوى دلالة (0,01)، اما معامل الارتباط بين متغير طول الخطوة الأولى و متغير زمن الخطوة الثالثة بمعامل بلغ (0.282^*) بمستوى دلالة (0,05)، بالنسبة لمتغير زمن الخطوة الأولى هناك علاقة ارتباط عالية مع متغير طول الخطوة الثانية بمعامل (-0.425^{**}) عند مستوى دلالة (0,01)، ومعامل ارتباط بين متغير سرعة الخطوة الثانية مع متغير سرعة الخطوة الأخيرة بلغ (0.305^*) عند مستوى دلالة (0,05)، هناك علاقة ارتباط معنوية بين متغير سرعة الخطوة الأولى و متغير الإنجاز بلغ (0.279^*) عند مستوى دلالة (0,05) وهي علاقة معنوية، في حين بلغ معامل ارتباط معنوية بين متغير طول الخطوة الثانية مع متغير سرعة الخطوة الثانية (-0.292^*)، بالنسبة لمتغير زمن الخطوة الثانية هناك علاقة ارتباط معنوية عالية بينه وبين متغير الإنجاز بمعامل (-0.370^{**}) عند مستوى دلالة (0,01)، في حين وجود علاقة ارتباط معنوية عالية جدا بين متغير سرعة الخطوة الثانية و متغير طول الخطوة الأخيرة بمعامل بلغ (0.364^{**}) عند مستوى دلالة (0,01) وهيه معنوية، وكذلك وجود علاقة ارتباط معنوية بين متغير طول الخطوة الأخيرة مع متغير الإنجاز بمعامل (0.290^*) عند مستوى دلالة (0,05)، بالنسبة للمتغير الأخير سرعة الخطوة الأخيرة مع متغير الإنجاز وجود علاقة ارتباط معنوية عالية (-0.474^{**}) عند مستوى دلالة (0,01).

عند مناقشة المتغيرات التي ظهرت فيها الارتباطات بينها الفرق معنوي وهذا يدل على ان هذه الخطوتين قبل الخطوة الاخيرة قبل الارتقاء كان لهما تأثير كبير اثناء مرحلة الركضة التقريبية للفعالية بسبب ان اللاعب (يبدأ بخطواته التعجيلية ليزيد من سرعته القصى، ويقوم بخفض مقدمة الزانة اثناء الاقتراب تدريجيا كما يجب ان يحمل الزانة بسكون تام أي يتجنب الاهتزازات والمرجمات الغير مطلوبة اثناء الاقتراب ويحافظ على نظره باتجاه صندوق الغرس كليا) اما الخطوة الأخيرة فان معامل الارتباط منخفض مقارنة بالخطوتين السابقتين لهذا ظهرت المعنوية قليلة في هذه الخطوة والسبب هو انه في اثناء الركضة الاقتراب تنخفض مقدمة العصا بشكل كبير في الخطوة الاخيرة اثناء الاقتراب ذلك استعدادا لوضعها في صندوق الغرس) وهو الذي يشكل تناقص كبير في هذه الخطوة وقصر طول الخطوة الاخيرة هو استعداد والتحضر لعمليتي غرس عصا الزانة والارتقاء العمودي لاجتياز العارضة بنجاح ، وكذلك يلاحظ ان قيم السرعة في الخطوتين الاولى والثانية وبمعامل ارتباط جيد للخطوتين الاولى والثانية الذي ادى الى ظهور

المعنوية لكليهما بسبب كبر مسافة الخطوتين مما يؤدي الى طول الفترة الزمنية لهما، وهي سرعة غير عالية نسبيا على الرغم من أنه يعتبر عامل مهم جدا، حيث تأثرت بشكل سلبي بحمل الزانة ، وذلك لأن ثقل العصا يؤثر على سرعة الركض للقافز بشكل مباشر، كما يؤثر على مرجحة الذراعين و منع تدوير الورك خلال الركض، وكلما ارتفعت العارضة لأعلى كلما زادت أهمية سرعة الاقتراب، في حين نرى ان السرعة في الخطوة الاخيرة كانت كبيرة اشارة الى الارقام اعلاه وكذلك الزمن قصير مقارنة بالخطوتين السابقتين بمعامل ارتباط عالي للزمن لذلك كانت الدلالة معنوية وهي سرعة عالية في انتقال القدمين والتهوا لغرس العصا في الصندوق وبزمن قصير جدا استعدادا للمراحل القادمة. ويعزو الباحث السبب في ذلك إلى ان السرعة التي يكتسبها اللاعبون والتتكيف الجيد للخطوات الثلاث الأخيرة في مرحلة الاقتراب تكون الخطوات بشكل ايقاعي ومتربط فيما بينها ويأخذ اللاعب فيها التدرج بالسرعة والزمن للخطوة وكذلك التركيز الجيد لدى اللاعبين وملاحظاتهم الجيدة إلى العلاقة التي سوف توضح عليها القدم اليسار مع القدم اليمين والتي هي بداية للخطوة الاولى (حيث يبدأ الرامي بالرجل اليسرى وتتخذ بصورة قفزة أمامية بسيطة وتتقدم معها اليد الحاملة للرمح للأمام استعدادا لعودتها للخلف بصورة تدريجية) ومما تقدم يتضح للباحث ان الاهتمام بالخطوات الثلاث الأخيرة في مرحلة الاقتراب لفعالية القفز بعصا الزانة التي تكون تمهيدا لبداية الخطوة الأولى والذي يكون ضروريا جدا من خلال التدرج بالخطوات التي تليها وكذلك التدريب للاعب على الركض من بداية الاقتراب إلى نهاية الخطوة الأخيرة عليها بصورة جيدة.

٣-٩ التعرف على نسبة مساهمة بعض المتغيرات الكينماتيكية في مرحلة الاقتراب للخطوات

الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء بإنجاز فعالية القفز بالزانة ومناقشتها:

جدول (12) يبين نسبة مساهمة المتغيرات الكينماتيكية في مرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث

الاخيرة

ت	المتغيرات الكينماتيكية قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء	الارتباط	نسبة المساهمة (R2)	درجة الحرية	مستوى الدلالة	الدلالة
طول الخطوات	طول الخطوة الأولى	0.394	0.150	53	0.042	معنوي
	طول الخطوة الاولى + طول الخطوة الثانية	0.465	0.216	52	0.024	معنوي
	طول الخطوة الاولى + طول الخطوة الثانية + طول الخطوة الأخيرة	0.486	0.236	51	0.048	معنوي
الخطوات	زمن الخطوة الثالثة	0.356	0.126	50	0.043	معنوي
	زمن الخطوة الثالثة + زمن الخطوة الثانية	0.412	0.169	49	0.028	معنوي

معنوي	0.026	48	0.237	0.487	زمن الخطوة الثالثة + زمن الخطوة الثانية + زمن الخطوة الأولى	سرعة الخطوات
معنوي	0.027	47	0.207	0.456	سرعة انطلاق الخطوة الأولى	
معنوي	0.024	46	0.358	0.599	سرعة انطلاق الخطوة الأولى + سرعة انطلاق الخطوة الثانية	
معنوي	0.017	45	0.522	0.723	سرعة انطلاق الخطوة الأولى + سرعة انطلاق الخطوة الثانية + سرعة انطلاق الخطوة الأخيرة	

يلاحظ من نتائج الجدول الظاهر اعلاه ان اللاعبين تحصلوا على ارتباط عالي ونسبة مساهمة في المتغيرات الكينماتيكية قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وكانت قيمة ارتباط لمتغير طول الخطوة الاولى بالإنجاز (0.398) ونسبة مساهمة بلغت (15%) ودرجة حرية عند درجة حرية (22) ومستوى دلالة (0.042)، وان نسبة مساهمة متغيري (طول الخطوة الأولى + طول الخطوة الثانية) بلغت (21%) ، ونسبة مساهمة متغير ((طول الخطوة الأولى + طول الخطوة الثانية + طول الخطوة الثالثة) بلغ (23%) لذا كانت قيمة الارتباط معنوية وعالية للمتغير طول الخطوة، يليها متغير زمن الخطوة الثالثة وقيمة الارتباط (0,356) ، ونسبة مساهمة (12%) عند درجة حرية (19) ومستوى دلالة (0.043) وهذا يدل على معنوية الارتباط، ونسبة مساهمة (زمن الخطوة الثالثة + زمن الخطوة الثانية) ذات قيمة (16%) عند مستوى دلالة (0.037)، ونسبة مساهمة (زمن الخطوة الثالثة + زمن الخطوة الثانية + زمن الخطوة الأولى) بنسبة بلغت (23%) عند مستوى دلالة (0,026) وهي ذات قيمة معنوية، في حين كانت قيمة الارتباط في متغير سرعة انطلاق الخطوة الأولى بلغ (0.456) وبنسبة مساهمة (20%) عند درجة حرية (16) ومستوى دلالة (0.027) لذا فان الارتباط كان معنويا، بالنسبة لمتغيري (سرعة انطلاق الخطوة الأولى + سرعة انطلاق الخطوة الثانية) بلغت نسبة مساهمتها (35%) عند مستوى دلالة (0.043) وهيه أيضا ذات قيمة معنوية، في حين بلغت نسبة مساهمة سرعة الخطوة مجتمعنا (سرعة انطلاق الخطوة الأولى + سرعة انطلاق الخطوة الثانية + سرعة انطلاق الخطوة الأخيرة) بنسبة (52%) عند مستوى دلالة (0.017)، عند مناقشة قيم هذه النتائج تدل على ان اللاعبين كانت لديهم نسبة مساهمة ذات قيم عالية ومتوسطة كانت مؤثرة في اثناء اداء الخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء وان اللاعبين استثمروا هذه المتغيرات لصالح الانجاز حيث كان الاستثمار عالي ومثالي من حيث التكنيك الصحيح وهذا لم يأتي اعتباطا وانما من خلال اجراء الاختبار لهذه المتغيرات وظهور النتائج اعلاه التي تترجمت للوصول لارتفاع المطلوب (ان الوثب العالي يختلف في درجة احتياجه لمستوى السرعة المطلوبة خلال الجزء الاخير من الاقتراب والذي يمهد لمرحلة الارتقاء حيث تكون مستوى السرعة اقل من القصوى حيث يستطيع اللاعب ان يتحول من الوضع الافقي الى الوضع العمودي وذلك خلال فترة متناهية الصغر (0.11 - 0.14) جزء من الثانية).

حيث كانت لديهم عملية نقل أجزاء الجسم اثناء التقاطع في هذه الخطوة سريع وذلك من خلال طول وسرعة وزمن الخطوة المبين في الجدول (11) بحيث "يكون تقاطع الرجل اليمنى مع اليسرى في الهواء على شكل وثبة بسيطة وتؤدي بسرعة وبصورة منخفضة" ويرى الباحث ان متغير الزمن هو أحد المتغيرات الكينماتيكية والتي تلعب دور رئيسي في متغيرات السرعة والمسافة للخطوات ويجب التركيز على تحقيق متطلبات الاداء وفقا للمراحل الفنية ومن خلال ذلك يمكن ان يكون هناك اهمية لهذا المتغير في تحقيق السرعة الافقية لمراكز كتل أجزاء الجسم المختلفة.

٣-١٠ التعرف على نسبة مساهمة متغيرات مناطق تحليل توزيع ضغط القوى للقدمين في مرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء بإنجاز فعالية القفز بالزانة ومناقشتها:

جدول (13) يبين نسبة مساهمة متغيرات مناطق تحليل توزيع ضغط القوى للقدمين في مرحلة الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة

ت	المتغيرات الكينيتيكية	الارتباط	نسبة المساهمة (R2)	قيمة ف المحسوبة	درجة الحرية	مستوى الدلالة	الدلالة
1	اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الاولى	0.390	0.152	7.036	55	0.047	معنوي
2	اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الاولى + اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الثانية	0.486	0.236	4.12	54	0.029	معنوي
3	اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الاولى + اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الثانية + اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الأخيرة	0.536	0.287	5.981	53	0.001	معنوي

في ضوء البيانات المستخرجة لأفراد عينة البحث بين جدول (8) قيم متغيرات اقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوات الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء في فعالية القفز بالزانة، ومن خلال الحصول على قيم الارتباط ونسبة المساهمة ومن أجل إحراز نتائج عالية ودقيقة التي يسعى اليها لاعب قافز الزانة للحصول الى اكبر قوة ضغط للقدمين على الارض من اجل الحصول على اكبر خطوة للقدمين وسرعة عالية باقل زمن ممكن للتهيؤ لمرحلة غرس العصا والارتقاء، ففي أثناء الاقتراب للخطوات الثلاث الاخيرة لوحظ ان اللاعب في الخطوة الاولى ومن خلال قيمة الارتباط التي ظهرت وجد ان نسبة المساهمة لهذه الخطوة كانت اعلى قيمة حيث

بلغت (15%) عند درجة حرية (23) ومستوى دلالة (0.047)، أما أقصى ضغط قوة للخطوة الثانية مع أقصى ضغط قوة الخطوة الأولى ظهرت نسبة مساهمة (23%) عند درجة حرية (22) ومستوى دلالة (0.029) وهي ذات قيمة معنوية، في حين بلغت نسبة المساهمة لأقصى قوة ضغط للقدمين للخطوة الأخيرة مع الخطوة الثانية والخطوة الأولى مجتمعات هي (28%) عند درجة حرية (21) وبمستوى معنوية (0.001) والسبب أن من العوامل المشاركة في تحقيق المسافة الأفقية للخطوات الثلاث الأخيرة للقفز بالعصا هو تكتيك اللاعب أثناء أداء الركضة التقريبية والذي يكون بخطوات إيقاعية مثالية من ناحية طول الخطوات والتردد المناسب وبسرعة عالية والتي تكون مرتبطة بالزمن القصير لحظة كسر الاتصال بالأرض وأداء الوثب العمودي لأعلى ارتفاع لعبور العاضة، ولدى دراسة المتغيرات أعلاه أظهر المتغير الثالث (أقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الأخيرة مع أقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الثانية وأقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الأولى) نسبة مساهمة عالية جدا مقارنة بالمتغيرين السابقين والذي كانت قيمته مساهمته (53%) وبارتباط عالي عند درجة حرية (21) وبمستوى دلالة (0.001) وهيه قيمة معنوية، والسبب يستطيع الوثاب أن يتدرب على استعمال زاوية انطلاق صغيرة وهكذا يستطيع أن يضع مركز ثقل جسمه أبعد من فوق الإقدام وهذا يؤدي إلى نقصان مركبة السرعة العمودية وعلى العموم فإن لنهوض الوثاب عند زاوية بعيدة للأسفل تحسب مثالية هذه تفسر بواسطة حقيقة مفادها أن جسم الإنسان لا يستطيع صيانة مقدار محصلة سرعة النهوض في حالة اخذ الطاقة لإعادة توجيه الحركة الأفقية للجسم في أكثر المسارات العمودية .

ويشير (صريح عبد الكريم) ان "هناك علاقة طردية بين قيمة دفع القوة الناتجة لحظة الدفع عند أداء الحركات السريعة وبين زخم الجسم وتناقص السرعة في هذه اللحظة"

٤- الاستنتاجات والتوصيات:

٤-1 الاستنتاجات:

- ١- هناك بعض من الأخطاء الفنية عند أداء الخطوات الثلاث لدى عينة الدراسة خاصة في مرحلة الخطوة الأخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء .
- ٢- وجود نقص في السرعة الأفقية التي اكتسبها اللاعب عند أداء ركضة الاقتراب المكتسبة والذي تسببت في فقدان الطاقة الحركية والقيام بحركات عشوائية أثرت على انسيابية الحركة في الخطوات الأخيرة .
- ٣- ظهور قصور في بعض المتغيرات الكينماتيكية وهي (طول الخطوة الأخيرة، زمن الخطوة الثانية، سرعة انطلاق الخطوة الأولى) لدى العينة والتي تلعب دورا كبيرا في انجاز فعالية القفز بالزانة .

٤- أظهرت النتائج فروق واضحة في قيم المتغيرات البايوميكانيكية وفقاً لمنظومة (Dynafoot3) لأقصى قوة ضغط لمناطق القدمين اليمين واليسار بين الخطوة الأولى والخطوة الثانية والخطوة الثالثة.

٥- من خلال النتائج اعلاه يلاحظ ان مقدار القوة المبذولة للاعبين في الخطوة الأولى أكبر من مقدار القوة المبذولة في الخطوة الثانية والخطوة الثالثة عند اداء الخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء في سباق القفز بالزانة.

٦- أعلى نسبة مساهمة في المتغيرات الكينماتيكية بالإنجاز لفعالية القفز بالزانة هي (طول الخطوة الأولى، زمن الخطوة الأولى، سرعة انطلاق الخطوة الاخيرة)

٧- أعلى نسبة مساهمة في انجاز فعالية القفز بالزانة للمتغيرات الكينماتيكية هو متغير أقصى قوة ضغط لمناطق القدمين في الخطوة الأولى.

٨- ان أفضل القيم التي ظهرت اثناء الدفع كانت في وسط القدم (الوحشي، الانسي) وهيه ناحية ايجابية.

٩- أظهرت النتائج التي ظهرت في مناطق القوة اثناء الدفع للأمام خلال الركض وكلها ركزت تقريبا على الدفع القوي في المقدمة للقدم وهي تعتبر ناحية ايجابية للركض السريع.

١٠- أظهرت نتائج القيم لمقادير القوة للكعب (الانسي والوحشي) اقل قيم سجلت ومما يدل على ان الاداء الحركي للركض السريع بعيدا عن الأداء بالكاحل والذي يسبب انخفاض وزن فعل الجسم.

١١- ظهر وجود قصور في بعض القدرات البدنية والحركية لدى العينة والتي يمكن تلعب دورا كبيرا في بعض المتغيرات الكينماتيكية ذات التأثير الكبير في الانجاز لفعالية القفز بالزانة.

٤-2 التوصيات:

١- التركيز على الوحدات التدريبية للتمرينات بالوسائل المتنوعة التطوير الاداء الفني لدى اللاعبين وتصحيح الاخطاء التكنيكية وفق المؤشرات الكينماتيكية والكينيتيكية والعمل على الربط بين المراحل الفنية لفعالية القفز بالزانة.

٢- إجراء العديد من الدراسات التحليلية للمتغيرات الكينماتيكية والكينيتيكية التي تؤثر على اداء فعالية القفز بالزانة في مرحلة الركضة التقريبية والاحص الخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء لما لها من أهمية كبيرة على الإنجاز النهائي لفعالية.

٣- تدريب اللاعبين على عملية الانتقال من مرحلة الاقتراب إلى مرحلتي غرس العصا والارتقاء باعتباره واحده من أهم الاجزاء في الاداء الفني لفعالية القفز بالزانة.

٤- الاهتمام بشكل كبير بالمتغيرات البايوميكانيكية (الكينماتيكية، الكينيتيكية) في مرحله الاقتراب والتركيز على الخطوات الثلاث الاخيرة قبل مرحلتي غرس العصا والارتقاء والتي يمكن من خلالها الاستفادة منها بأعلى ما يمكن من إمكانات المتوفرة للاعبين من اجل تحقيق الانجاز المثالي.

- ٥-اهتمام المدربين على عدم تدريب اللاعبين الضغط على مؤخرة القدم (الكعب) وانما يكون الضغط في مقدمة القدم (الابهام، الامشاط الامامية) وكذلك وسط القدم والذي يشمل منطقة (الانسي والوحشي).
- ٦-الاهتمام المدربين بالمتغيرات الكينماتيكية (طول الخطوة الاولى، طول الخطوة الثانية، سرعة انطلاق الخطوة الاخيرة، زمن الخطوة الأخيرة).
- ٧-من الممكن من خلال استخدام منظومة (Dynafoot3) تحديد المناطق القوة لطبقة القدمين وكذلك الزمن للخطوات الثلاث وبالتالي يمكن معالجة الضعف والاستفادة منها في التدريب والتأهيل للاعبين وكذلك معالجة الضعف الحاصل في مرحلة الاقتراب.
- ٨-ضرورة البحث عن اجهزة اخرى متطورة وأكثر حداثة للاستفادة منها في عملية التدريب لتطوير المراحل وبالأخص الاقتراب.
- ٩-تأكيد المدربين على ضرورة عدم تدريب اللاعبين في الركض على مؤخرة القدم (الكعب) وانما يكون الركض في مقدمة القدم (الابهام، الامشاط الامامية) وأيضا وسط القدم ويشمل (الانسي والوحشي).

المصادر

- اكرم حسين الجنابي: التحليل الفني والبايوميكانيكي للألعاب العشرية للرجال والسباعية للنساء وطرائق تدريبها، الطبعة الثانية، دار الكتب والوثائق العراقية، سنة ٢٠١٩
- الخالدي وحيدر فياض: أساسيات البايوميكانيك، بغداد، دار الأحمد، ٢٠٢٠.
- خالد عبد الحميد: منظور علم الحركة للبدء في مسابقات العدو، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الإسكندرية، ط ١، ٢٠٠٦
- سعد الدين ابو الفتوح الشرنوبي، عبد المنعم ابراهيم هريدي: مسابقات الميدان والمضمار، ط ١، مطبعة الاشعاع الفنية، ١٩٩٨
- شركة TECHNO CONCEPT الفرنسية وهي شركة عالمية في تصنيع الاجهزة الميكانيكية التي تحاكي الاداء الرياضي، نسخة ٢٠١٧.
- صريح عبد الكريم الفضلي: تطبيقات البايوميكانيك في التدريب الرياضي والأداء الحركي، بغداد مطبعة العكلي، ٢٠٠٧.
- صريح عبد الكريم الفضلي، خولة ابراهيم المبرجي: الاسس النظرية والعملية لألعاب القوى لكليات التربية الرياضية، ط ١، الغدير للطباعة الفنية الحديثة، سنة ٢٠١٢
- فراج عبد الحميد توفيق: النواحي الفنية لمسابقات الوثب والقفز -التكنيك -العمل العضلي -الاصابات الشائعة-القانون الدولي، دار الوفاء، الاسكندرية، ط ١، ٢٠٠٤
- كمال جميل الربضي: الجديد في العاب القوى، ط ٢، عمان، المكتبة الوطنية، ١٩٩٩.
- محمد جاسم محمد، حيدر فياض: أساسيات الكينماتيك، بغداد، دار الكتب والوثائق، ط ١، ٢٠١٠
- وجيه محجوب: البحث العلمي ومناهجه ، بغداد ، مديرية الكتب للطباعة والنشر ، ٢٠٢٠.
- Susan J .Hall. Basic Biomechanics .6add . USA. 2012